

Docket No.: P-0294

#  
11/10/01  
PATENT  
F-26-02

JC935 U.S. PTO

10/023824



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of :  
: Kwang-Eun AHN and Woo-Sik KIM :  
: New U.S. Patent Application :  
: Filed: December 21, 2001 :  
: For: BASE STATION TRANSMITTER HAVING DIGITAL PREDISTORTER :  
AND PREDISTORTION METHOD THEREOF

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Assistant Commissioner of Patents  
Washington, D. C. 20231

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application:

Korean Patent Application No. 82908/2000, filed December 27, 2000.

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,  
FLESHNER & KIM, LLP

Daniel Y.J. Kim  
Registration No. 36,186  
David W. Ward  
Registration No. 45,198

P. O. Box 221200  
Chantilly, Virginia 20153-1200  
703 502-9440

**Date: December 21, 2001**

DYK/DWW :cmd

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

JCE35 U.S. PTO  
10/023824  
12/21/01



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 82908 호  
Application Number PATENT-2000-0082908

출원 년 월 일 : 2000년 12월 27일  
Date of Application DEC 27, 2000

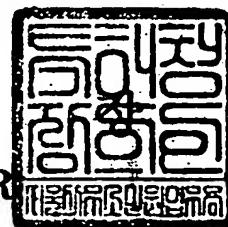
출원인 : 엘지전자주식회사  
Applicant(s) LG ELECTRONICS INC.



2001 년 10 월 06 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2000.12.27
【국제특허분류】	G11B 20/22
【발명의 명칭】	디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치
【발명의 영문명칭】	BASE STATION TRANSMITTER WITH DIGITAL PREDISTORTER
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-000275-8
【대리인】	
【성명】	박장원
【대리인코드】	9-1998-000202-3
【포괄위임등록번호】	2000-027763-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	안광은
【성명의 영문표기】	AHN, Kwang Eun
【주민등록번호】	680111-1655616
【우편번호】	440-300
【주소】	경기도 수원시 장안구 정자동 동양성지아파트 554 동 1806호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김우식
【성명의 영문표기】	KIM, Woo Sik
【주민등록번호】	540928-1017912
【우편번호】	134-757
【주소】	서울특별시 강동구 고덕2동 주공아파트 210동 106 호
【국적】	KR
【심사청구】	청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 박장원 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】 15 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 1 항 141,000 원

【합계】 170,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치에 관한 것으로, 종래에는 대역통과필터에서 전력증폭기의 출력신호 성분을 45dB 이상 감쇄시켜야 하고, 왜곡성분의 감쇄특성을 더욱 향상시키기 위해서는 대역통과필터의 감쇄특성이 더욱 더 향상되어야 함에 따라 설계의 복잡함이나 경제적인 문제가 있었고, 전력증폭기에서 발생하는 주로 3차에 의한 상호변조 왜곡성분이 전력증폭기의 출력신호와 매우 인접하여 있기 때문에 필터링하기가 어려운 문제점이 있었다. 따라서, 본 발명에서는 디지털 왜곡감쇄기를 통해 이동통신 기지국 시스템의 성능에 영향을 주는 전력증폭기의 왜곡특성을 개선할 수 있게 됨에 따라 종래에서와 같이 필터의 감쇄특성을 향상시키기 위한 설계의 복잡함이나 경제적인 문제를 해결할 수 있는 효과가 있다.

**【대표도】**

도 2

**【명세서】****【발명의 명칭】**

디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치{BASE STATION TRANSMITTER WITH DIGITAL PREDISTORTER}

**【도면의 간단한 설명】**

도1은 종래의 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치를 보인 블록도.

도2는 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치를 보인 블록도.

도3은 도2에 있어서, 고주파 전력증폭기의 특성을 모델링하여 함수를 추출하는 과정을 보인 예시도.

도4는 도2에 있어서, 고주파 전력증폭기의 특성을 모델링한 함수와 기준신호를 적용하여 적응 알고리즘을 통해 오차함수를 추출하고, 이 오차함수를 이용하여 전치왜곡기의 감쇄특성을 변화시키는 과정을 보인 예시도.

도5는 일반적인 고주파 전력증폭기를 7차 다항식으로 모델링한 그래프도.

도6a 및 도6b는 일반적인 고주파 전력증폭기와 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기가 적용된 고주파 전력증폭기를 5차 다항식으로 모델링한 비교 그래프도.

도7은 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기를 적용함에 따른 ACPR 특성 개선정도를 보인 그래프도.

\*\*\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*\*\*

11: 입력단

12: 전치왜곡부

13:디지털/아날로그 변환부 14:변조부

15:고주파 전력증폭기 16:복조부

17:아날로그/디지털 변환부 18:지연부

19:모델링부 20:기준신호 발생부

21:적응제어부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<15> 본 발명은 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치에 관한 것으로, 특히 디지털 왜곡감쇄를 통해 이동통신 기지국 시스템의 성능에 영향을 주는 전력증폭기의 왜곡특성을 개선하기에 적당하도록 한 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치에 관한 것이다.

<16> 도1은 종래 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치를 보인 블록도로서, 이에 도시한 바와같이 입력신호(IN)를 전치왜곡부(1)를 통해 입력받아 증폭하여 출력신호(OUT)로 출력하는 전력증폭기(2)와; 상기 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT)의 샘플링된 신호를 추출하는 방향성 결합기(directional coupler, 3)와; 상기 방향성 결합기(3)에서 추출된 신호와 국부발진신호(L0)를 혼합하여 중간주파수 영역으로 변환된 신호를 출력하는 믹서(mixer, 4)와; 상기 믹서(4)를 통해 중간주파수 영역으로 변환된 신호의 왜곡성분을 추출하는 대역통과필터(band pass filter : BPF, 5)와; 상기 대역통과필터(5)를 통과한 신호로부터 왜곡성분 발생량을 검출

하는 전력검출기(power detector, 6)와; 상기 전력검출기(6)에서 검출된 왜곡성분 발생량을 토대로 상기 전력증폭기(2) 출력신호(OUT)의 왜곡성분 발생량을 최소화할 수 있도록 상기 전치왜곡부(1)에 제어신호(CS)를 출력하는 적응제어부(adaptive controller, 7)로 구성된다.

<17> 상기한 바와같이 구성되는 종래의 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치에 대한 동작을 상세히 설명하면 다음과 같다.

<18> 먼저, 입력포트를 통해 입력되는 고주파 입력신호(IN)는 전치왜곡부(1)에 입력되어 전력증폭기(2)의 비선형특성과 반대되는 특성을 갖도록 크기와 위상이 변화된 다음 전력증폭기(2)를 통해 증폭되어 출력신호(OUT)로 출력된다.

<19> 이때, 상기 전치왜곡부(1)가 이상적이라면, 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT)에 왜곡성분이 나타나지 않아야 하지만, 전치왜곡부(1)를 전력증폭기(2)의 비선형 특성과 정확하게 반대되는 특성을 갖도록 하는 것이 불가능함에 따라 실제 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT)에 왜곡성분이 나타난다.

<20> 상기한 바와같은 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT)에 나타나는 왜곡성분을 최소화하기 위해서는 왜곡성분 발생량을 주기적으로 확인하여 그 발생량이 최소가 되도록 제어하여야 한다.

<21> 따라서, 방향성 결합기(3)를 통해 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT)로부터 샘플링된 신호를 추출하고, 믹서(4)를 통해 국부발진신호(LO)와 혼합하여 중간주파수 영역으로 변환한 다음 대역통과필터(5)를 통해 왜곡성분을 추출한다.



- <22> 상기한 바와같이 왜곡성분이 추출되면, 전력검출기(6)를 통해 왜곡성분 발생량을 검출하고, 최종적으로 적응제어부(7)는 전력검출기(6)에서 검출된 왜곡성분 발생량을 토대로 전치왜곡부(1)에 제어신호(CS)를 출력하여 전력증폭기(2) 출력신호(OUT)의 왜곡성분 발생량을 최소화할 수 있도록 제어한다.
- <23> 이때, 상기 대역통과필터(5)를 통과한 신호는 상기 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT) 중에서 왜곡성분만을 포함하여야 하지만, 실제로 대역통과필터(5)의 감쇄특성이 제한적이기 때문에 왜곡성분 이외의 출력신호(OUT) 성분이 나타나게 된다.
- <24> 따라서, 왜곡성분 발생량이 적응제어부(7)에서 사용되도록 하기 위해서는 대역통과필터(5)를 통과한 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT) 성분이 왜곡성분에 비해 15dB 이상 작아야 하며, 일반적인 전력증폭기(2)의 왜곡성분이 출력신호(OUT) 성분에 비해 30dB 정도 작은 것을 고려한다면, 대역통과필터(5)에서 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT) 성분을 45dB 이상 감쇄시켜야 하고, 왜곡성분의 감쇄특성을 더욱 향상시키기 위해서는 대역통과필터(5)의 감쇄특성이 더욱더 향상되어야 하는 문제점이 있었다.
- <25> 그리고, 전력증폭기(2)에서 발생하는 왜곡성분은 주로 3차에 의한 상호변조 왜곡(intermodulation distortion) 성분으로, 이와같은 상호변조 왜곡 성분은 전력증폭기(2)의 출력신호(OUT)와 매우 인접하여 있기 때문에 필터링하기가 어려운 문제점이 있었다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<26> 본 발명은 상기한 바와같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 창안한 것으로, 본 발명의 목적은 디지털 왜곡감쇄기를 통해 이동통신 기지국 시스템의 성능에 영향을 주는 전력증폭기의 왜곡특성을 개선할 수 있는 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치를 제공하는데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<27> 상기한 바와같은 본 발명의 목적을 달성하기 위한 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치는 인페이즈/쿼드러처(inphase/quadrature) 디지털 입력신호를 전치왜곡부를 통해 입력받아 아날로그 신호로 변환하는 디지털/아날로그 변환부와; 상기 디지털/아날로그 변환부에서 변환된 아날로그 신호와 국부발진신호를 혼합하여 인페이즈/쿼드러처 변조하는 변조부와; 상기 변조부의 출력신호를 증폭하여 출력신호로 출력하는 고주파 전력증폭기와; 상기 고주파 전력증폭기 출력신호의 일부를 샘플링한 다음 상기 국부발진신호와 혼합하여 인페이즈/쿼드러처 복조하는 복조부와; 상기 복조부의 출력신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그/디지털 변환부와; 상기 전치왜곡부의 출력신호를 지연부를 통해 지연시켜 입력받고, 상기 아날로그/디지털 변환부의 디지털 신호를 입력받아 상기 고주파 전력증폭기의 특성을 모델링하여 함수를 추출하는 모델링부와; 상기 고주파 전력증폭기의 특성을 모델링한 함수와 기준신호를 적용하여 적응 알고리즘을 통해 오차함수를 추출하고, 이 오차함수를 이용하여 상기 전치왜곡부의 특성을 변화시키는 적응제어부를 구비하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

- <28> 상기한 바와같이 구성되는 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <29> 도2는 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치를 보인 블록도로서, 이에 도시한 바와같이 시스템의 입력단(11)을 통해 입력되는 인페이즈/쿼드러처 디지털 입력신호(I/Q)를 전치왜곡부(12)를 통해 입력받아 아날로그 신호로 변환하는 디지털/아날로그 변환부(13)와; 상기 디지털/아날로그 변환부(13)에서 변환된 아날로그 신호와 국부발진신호(L0)를 혼합하여 변조하는 변조부(14)와; 상기 변조부(14)의 출력신호를 증폭하여 출력신호(OUT)로 출력하는 고주파 전력증폭기(15)와; 상기 고주파 전력증폭기(15) 출력신호(OUT)의 일부를 샘플링한 다음 상기 국부발진신호(L0)와 혼합하여 복조하는 복조부(16)와; 상기 복조부(16)의 출력신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그/디지털 변환부(17)와; 상기 전치왜곡부(12)의 출력신호를 지연부(18)에서 지연시켜 상기 아날로그/디지털 변환부(17)의 디지털 신호와 동일한 타이밍에 입력받아 상기 고주파 전력증폭기(15)의 특성을 모델링하여 함수를 추출하는 모델링부(19)와; 기준신호(I/Q REF)를 발생시키는 기준신호 발생부(20)와; 상기 고주파 전력증폭기(15)의 특성을 모델링한 함수와 기준신호(I/Q REF)를 적용하여 적응 알고리즘을 통해 오차함수를 추출하고, 이 오차함수를 이용하여 상기 전치왜곡부(12)의 특성을 변화시키는 적응제어부(21)로 구성된다. 이때, 고주파 전력증폭기(15)는 memoryless로 가정하며, 변조부(14) 및 복조부(16)는 크기와 위상의 imbalance가 없는 이상적인 경우로 가정한다.

- <30> 여기서, 상기 고주파 전력증폭기(15)의 특성을 모델링하여 함수를 추출하는 과정을 첨부한 도3의 예시도를 참조하여 상세히 설명한다.
- <31> 먼저, 지연부(18)의 출력신호( $r_u, r_{iq}$ )는 신호크기 생성부(31)에 입력되어 상기 도2의 고주파 전력증폭기(15)의 출력신호(OUT)와 동일한 크기의 신호로 출력되며, 지연부(18)의 출력신호( $r_u, r_{iq}$ )는 각각 미지계수가 포함된 먹급수 형태의 다항식으로 표현되는 인페이즈 모델(32)과 쿼드러처 모델(33)에 인가된다.
- <32> 상기 인페이즈 모델(32)과 쿼드러처 모델(33)을 통과한 지연부(18)의 출력신호( $r_u, r_{iq}$ )는 상기 신호크기 생성부(31)를 통과한 지연부(18)의 출력신호( $r_u, r_{iq}$ )와 각각 곱해진 다음 아날로그/디지털 변환부(17)의 출력신호( $r_{oi}, r_{oo}$ )와의 감산을 통해 각각의 오차함수( $e_{Ai}, e_{Ao}$ )를 추출한다.
- <33> 상기 오차함수( $e_{Ai}, e_{Ao}$ )를 RLS(recursive least square) 방법을 통해 상기 인페이즈 모델(32)과 쿼드러처 모델(33)에 적용하여 인페이즈 모델(32)과 쿼드러처 모델(33)의 미지계수를 최종 결정한다.
- <34> 한편, 상기 고주파 전력증폭기(15)의 특성을 모델링한 함수와 기준신호를 적용하여 적응 알고리즘을 통해 오차함수를 추출하고, 이 오차함수를 이용하여 상기 전치왜곡부(12)의 특성을 변화시키는 과정은 첨부한 도4의 예시도를 참조하여 상세히 설명한다.
- <35> 먼저, 기준신호 발생부(20)에서 생성된 기준신호(I/Q REF)는 전치왜곡 모델(22)을 통해 왜곡성분이 감쇄된 다음 고주파 전력증폭 모델(23)을 통해 증폭되어 출력됨과 아울러 기준신호 발생부(20)의 기준신호(I/Q REF) 크기성분( $r_{Ru}, r_{RQ}$ )과 고

주파 전력증폭 모델(23)의 출력 크기성분( $r_{AI}$ ,  $r_{AQ}$ )은 각각 감산되어 최종 오차함수( $e_{FI}$ ,  $e_{FQ}$ )가 추출된다.

<36> 상기에서 추출된 오차함수( $e_{FI}$ ,  $e_{FQ}$ )는 LMS(least mean square) 방법을 통해 전치왜곡 모델(22)에 적용하여 전치왜곡 모델(22)에 포함된 미지계수를 최종 결정한다. 이때, 전치왜곡 모델(22)에 포함된 미지계수는 아래의 수학식1로 정의된다.

<37> 【수학식 1】 
$$P_{I,n}(k) = P_{I,n-1}(k) + \alpha \times e_{FI}(n) \times F_{RI}^k$$

<38> 여기서,  $P_{I,n}(k)$ 는 n번째 반복(iterate)일 때, k차 항의 미지계수를 의미하며,  $\alpha$ 는 LMS에서의 적응스텝(adaptation step)이다.

<39> 한편, 도5는 일반적인 고주파 전력증폭기를 7차 다항식으로 모델링한 그래프도로서, 이에 도시한 바와같이 Saleh의 모델과 일치함을 알 수 있다.

<40> 이때, 미지계수 결정에 사용된 입력신호 샘플은 60개 이고, 왜곡감쇄부의 이득은 1로 설정하였으며, 위상지연은 없는 것으로 가정하였다.

<41> 결과적으로, 정규화된 입력신호 범위에서 크기 오차는  $10^{-3}$  이하이고, 위상 오차는  $10^{-2}$  rad 이하이다.

<42> 한편, 도6a 및 도6b는 일반적인 고주파 전력증폭기와 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기가 적용된 고주파 전력증폭기를 5차 다항식으로 모델링한 비교 그래프도로서, 전력증폭기의 AM to AM(도6a) 및 AM to PM(도6b) 특성이 개선됨을 알 수 있다.

<43> 한편, 도7은 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기를 적용함에 따른 ACPR 특성 개선 정도를 보인 그래프도이다.

**【발명의 효과】**

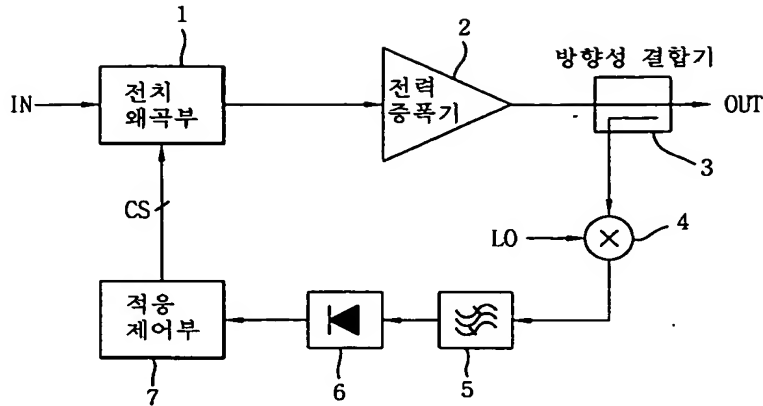
<44> 상기한 바와같은 본 발명에 의한 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치는 디지털 왜곡감쇄를 통해 이동통신 기지국 시스템의 성능에 영향을 주는 전력증폭기의 왜곡특성을 개선할 수 있게 됨에 따라 종래에서와 같이 필터의 감쇄특성을 향상시키기 위한 설계의 복잡함이나 경제적인 문제를 해결할 수 있는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

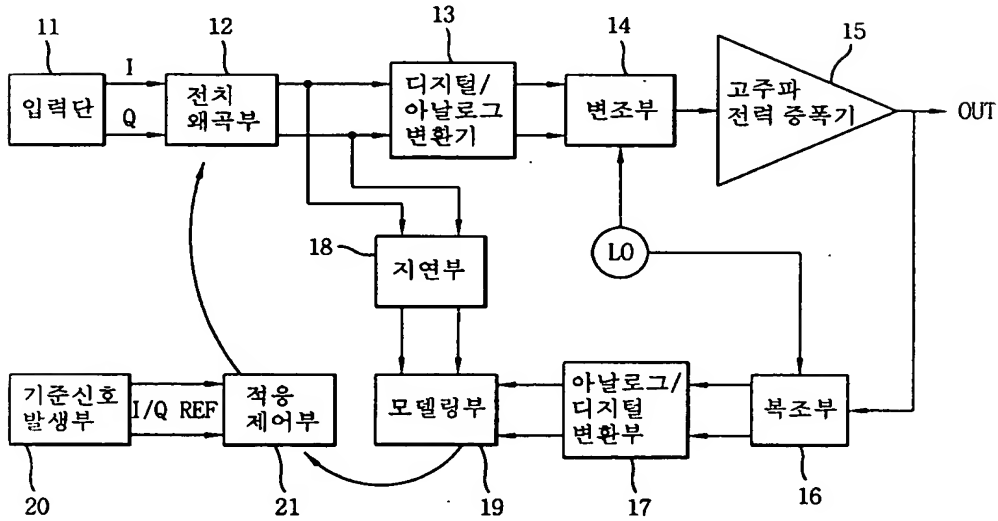
인페이즈/쿼드러처(inphase/quadrature) 디지털 입력신호를 전치왜곡부를 통해 입력받아 아날로그 신호로 변환하는 디지털/아날로그 변환부와; 상기 디지털/아날로그 변환부에서 변환된 아날로그 신호와 국부발진신호를 혼합하여 인페이즈/쿼드러처 변조하는 변조부와; 상기 변조부의 출력신호를 증폭하여 출력신호로 출력하는 고주파 전력증폭기와; 상기 고주파 전력증폭기 출력신호의 일부를 샘플링한 다음 상기 국부발진신호와 혼합하여 인페이즈/쿼드러처 복조하는 복조부와; 상기 복조부의 출력신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그/디지털 변환부와; 상기 전치왜곡부의 출력신호를 지연부를 통해 지연시켜 입력받고, 상기 아날로그/디지털 변환부의 디지털 신호를 입력받아 상기 고주파 전력증폭기의 특성을 모델링하여 함수를 추출하는 모델링부와; 상기 고주파 전력증폭기의 특성을 모델링한 함수와 기준신호를 적용하여 적응 알고리즘을 통해 오차함수를 추출하고, 이 오차함수를 이용하여 상기 전치왜곡부의 특성을 변화시키는 적응제어부를 구비하여 구성되는 것을 특징으로 하는 디지털 전치왜곡기를 갖는 기지국 송신장치.

【도면】

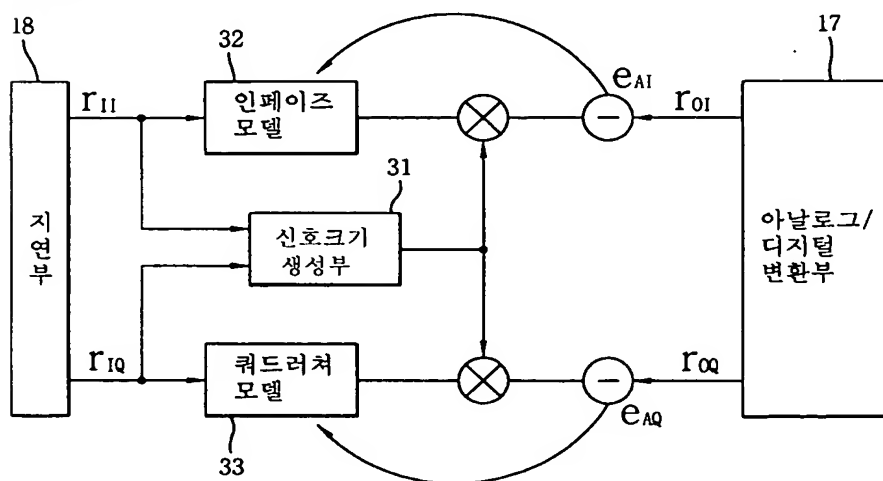
【도 1】



【도 2】



【도 3】

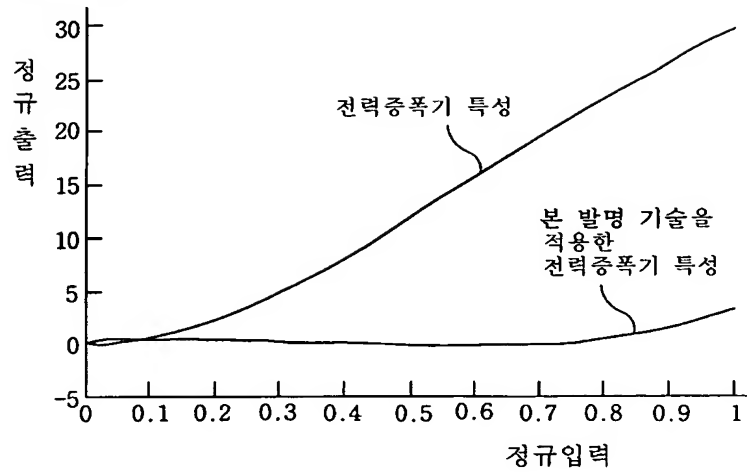




The graph illustrates the power transfer characteristics for AM-to-AM and AM-to-PM conversions. The x-axis represents the normalized input power, ranging from 0 to 1.0. The y-axis represents the normalized output power, also ranging from 0 to 1.0. The 'AM TO AM' curve shows a higher conversion efficiency than the 'AM TO PM' curve, reaching a normalized output of 1.0 at a normalized input of approximately 0.9. The 'AM TO PM' curve reaches a normalized output of approximately 0.5 at a normalized input of 0.9.

Figure 1 is a graph showing the relationship between normalized input power (정규입력) on the x-axis and normalized output power (정규출력) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 1.0, and the y-axis ranges from 0 to 1.0. Two curves are plotted: a concave-down curve labeled '전력증폭기 특성' (Power Amplifier Characteristic) and a concave-up curve labeled '본 발명 기술을 적용한 전력증폭기 특성' (Power Amplifier Characteristic with the application of the present invention's technology). The concave-up curve is consistently above the concave-down curve, indicating higher output power for the same input power.

【도 6b】



【도 7】

